

## 市販スプラウト類の抗酸化性を中心とした食材としての評価

著者	間瀬 民生, 垣見 友子, 筒井 三貴
雑誌名	椋山女学園大学研究論集 自然科学篇
号	39
ページ	131-139
発行年	2008
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1454/00001341/">http://id.nii.ac.jp/1454/00001341/</a>

## 市販スプラウト類の抗酸化性を中心とした食材としての評価

間瀬民生\*・垣見友子\*\*・筒井三貴\*\*\*

Evaluation of Commercial Sprouts as Foodstuff based on Antioxidative Action

Tamio MASE, Tomoko KAKIMI and Saki TSUTSUI

### 緒 言

生体内で発生する活性酸素・フリーラジカルと生体に及ぼす障害や様々な疾病との関係が明らかになりつつあり、糖尿病を始めとする生活習慣病や発ガン、また老化との関連が注目されている。活性酸素・フリーラジカルは蛋白質や DNA などの生体成分を攻撃し、蛋白質の変性や DNA の切断を引き起こし、それにより生体膜や遺伝子に損傷を与え疾病や老化に繋がるとされている。生体内で発生する活性酸素・フリーラジカルは生体内にある各種抗酸化機能により消去され、生体内の酸化還元状態のバランスを保っているが、加齢や生活習慣あるいは遺伝的素因によりこのバランスが崩れることにより動脈硬化、虚血性心疾患、胃潰瘍、腎疾患、糖尿病等の様々な疾病が引き起こされると考えられている<sup>1)</sup>。

そのような背景の下、食品として抗酸化物質を摂取し疾病の予防や軽減に応用しようとする研究が沢山報告されている。代表的なものとしては茶のカテキン類や赤ワインのポリフェノール類、野菜・果実に含まれるビタミン類等、極めて多種の抗酸化成分にその有効性が報告されている<sup>2)</sup>。しかし中には食経験の少ない天然物から抗酸化成分を分離し、それを高濃度に配合し機能性を謳った食品も多く市販されるに至っている。

本来食事として摂取する食品中には多種類の栄養成分・機能性成分が含まれており、それらをバランスよく効果的に摂取することが重要と考えられることから、特定成分を多量に配合したサプリメントに頼らず、毎日の食事から自然に他の栄養成分と共に抗酸化成分を摂取することが望ましい。

私達は手軽に食することが出来る食材としてスプラウトに着目し、各種スプラウトの抗酸化成分と抗酸化能を比較評価した。スプラウトの食材としての関心は近年高まりつつあり、中でもブロッコリースプラウトに、体内で発ガン物質の不活性化に関わる第二相解毒酵素群を誘導しうるスルフォラファンが、成熟ブロッコリーの30倍以上含まれているこ

---

\* 生活科学部 管理栄養学科／食品栄養学科

\*\* 春日井市役所

\*\*\* 森田フードシステム(株)

とが報告されている<sup>3)</sup>。スプラウト類の抗酸化性に着目し、比較検討した報告は少なく<sup>4)</sup>、且つ食品の抗酸化能は評価法によっては結果が異なる場合が知られており、原理の異なる2つ以上の方法を評価することが望ましいとされている<sup>5)</sup>。

本研究では各種スプラウト中のビタミンC (VC)、ポリフェノール等の抗酸化成分含量と、抗酸化活性として1,1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジル (DPPH) ラジカル捕捉活性, SOD 様活性, 2 価の銅イオンを 1 価の銅イオンに変換する還元能などの測定を通じ、スプラウト類の有用性と品種間の違いを評価した。

## 実験材料と方法

### 1. 実験材料

赤ラディッシュ、ブロッコリー、ブロッコリースーパード、そば、豆苗、カイワレ大根、アルファルファ、空心菜などの各スプラウトは岐阜産を、レッドキャベツは静岡産を名古屋市内の市場で新鮮なものを購入し、いずれも入手当日に実験に供した。

### 2. 水分量の測定

加熱乾燥式水分計 MF-50 (株式会社エー・アンド・デイ製) を用い、標準モード、測定精度 Middle, 135°C で測定した。

### 3. 試料抽出液の調製

抽出条件を検討後、以下の条件を用いた。スプラウト 15g を採り、精製水 45ml とともにホモジナイザーを用いて磨砕し、遠心分離 (10,000rpm, 15min, 4°C) し上清を得、抽出液とした。VC の定量には精製水の代わりに 4 % メタリン酸を用い、乳鉢を用いて磨砕後、遠心上清を抽出液とした。

各種測定には断りの無い限り本抽出液を希釈することなく用いた。

### 4. VC の定量

田村らの方法<sup>6)</sup>に従い、2,4-ジニトロフェニルヒドラジン (DNP) 法で測定した。

還元型アスコルビン酸 (AsA) 量は総 VC 量から酸化型アスコルビン酸 (DAsA) 量を差し引いて、スプラウト新鮮重 100g 当たりの mg 量に換算して表示した。

### 5. 総ポリフェノール量の定量

Folin-Denis 法<sup>7)</sup>による波長 760nm の吸光度を測定し、スプラウト新鮮重 100g 当たりのカフェイン酸量に換算して表示した。

### 6. 抗酸化能の測定

#### (1) DPPH ラジカル捕捉活性の測定

柳井らの方法に従い<sup>8)</sup>、検液 200 $\mu$ l を 0.1M トリス-塩酸緩衝液 (pH7.4) 800 $\mu$ l と混合し、0.5mM DPPH-エタノール溶液 1 ml を加えて、室温、暗所で 20 分間反応させた。反応後直ちに、波長 517nm における吸光度を測定し、対照の DPPH の吸光値からの減少率 ( $\Delta A$ )

を計測してスプラウト抽出液当たりの抗酸化活性を Trolox 換算量として表した。

(2) 抗酸化能測定キットによる抗酸化力の測定

銅イオンの還元反応を利用した PAO (Potential Anti Oxidant) 抗酸化能測定キット (日研ザイル株式会社製) を使用し、用法に従い測定した。

(3) スーパーオキシドジスムターゼ (SOD) 様活性の測定

SOD 活性を失活させる目的で、スプラウト抽出液を沸騰水中に 5 分間放置した試料を測定に供した。SOD 様活性の測定は SOD テストワコー (和光純薬工業製) の用法に従って行い、抽出液の阻害率で表示した。

(4) 油脂の抗酸化力の測定

亜麻仁油の自動酸化による過酸化物の生成阻害を、満田等のロダン鉄法<sup>9)</sup>に従い測定した。反応は柘植らの方法<sup>10)</sup>に準じ、亜麻仁油 28mg を含むエタノール溶液 2 ml、0.1M リン酸緩衝液 (pH7.0) 2 ml 及び加熱処理スプラウト抽出液 1 ml をガラス瓶に採り、密栓して 60°C の恒温器内に放置した。経時的に 0.1ml を採取して過酸化物量を測定した。

## 7. 活性酸素による蛋白質の変性に対する防御作用の測定

生体内で生成される活性酸素 ( $\text{ClO}\cdot$ ,  $\text{HO}\cdot$ ) による蛋白質分解に対する阻止作用を、柳井らの方法<sup>8)</sup>に準じて行い、既知抗酸化成分とも比較した。

活性酸素の調製と蛋白質分解反応は柳井らの方法に従い、SDS-PAGE はアトー製の c・パジェル (C12.5L) を用いた Compact PAGE AE-7300 の用法に従い実施した。

## 実験結果と考察

### 1. 各種スプラウトの VC 量

各種スプラウトの総 VC 量と DAsA 及び AsA 量を表 1 に示した。スプラウト 9 種の総 VC 量はブロッコリースーパー>レッドキャベツ≧カイワレ大根≧豆苗≧ブロッコリー≧赤ラディッシュ≧そば>アルファルファ≧空心菜の順に高い値であった。ブロッコリースーパーはレッドキャベツより有意 ( $p<0.05$ ) に高く、そばはアルファルファより有意 ( $p<0.01$ ) に高い値を示した。

DAsA 量はブロッコリースーパー≧カイワレ大根≧ブロッコリー≧アルファルファ≧空心菜≧豆苗≧そば≧レッドキャベツ≧赤ラディッシュの順に高い値であった。ブロッコリースーパーとカイワレ大根の間に有意差はなかった。

AsA 量はブロッコリースーパー>レッドキャベツ≧カイワレ大根≧ブロッコリー≧赤ラディッシュ≧豆苗≧そば≧アルファルファ≧空心菜の順に高い値であった。レッドキャベツとカイワレ大根の間に有意差はなかった。

各種スプラウトの VC 量を森山等の報告<sup>4)</sup>と比較すると、総 VC 量はカイワレ大根とレッドキャベツでは近い値であったがブロッコリーはかなり低い値であった。全体に総 VC 量に占める AsA の割合は類似していたが、アルファルファは 2 倍近い高い値を示した。

森山らの報告<sup>11)</sup>と比較した場合、ブロッコリーの総 VC 量は近い値であり、ブロッコリースーパーは低い値であった。一方、芽原らの報告<sup>12)</sup>と比較した場合、ブロッコリーは低い値であり、ブロッコリースーパーは高い値であった。

表1 各種スプラウトのVC量

スプラウト種	科	属	VC量 (mg/100g fr.wt.)		
			総アスコルビン酸	DAsA	AsA
赤ラディッシュ	アブラナ	ダイコン	33.8±3.0	2.4±0.1	32.0±3.8
カイワレ大根	アブラナ	ダイコン	42.6±5.0	6.0±0.0	35.1±6.0
ブロッコリー	アブラナ	アブラナ	37.3±3.4	4.9±0.9	32.5±3.4
ブロッコリースーパ	アブラナ	アブラナ	134.4±1.8	17.3±2.5	117.2±1.7
レッドキャベツ	アブラナ	アブラナ	50.6±6.4	3.2±0.3	47.5±6.1
豆苗	マメ	エンドウ	37.9±5.3	6.7±0.9	31.2±6.1
アルファルファ	マメ	ウマゴヤシ	12.4±2.2	4.7±0.1	6.4±0.5
空心菜	ヒルガオ	サツマイモ	7.7±0.4	4.6±1.0	3.1±0.9
そば	タデ	ソバ	30.4±1.3	4.2±1.4	26.2±0.7

値は平均値±標準偏差(n=3)で示した。AsA, 還元型VC; DAsA, 酸化型VC; \*p<0.02, \*\*p<0.01.

ブロッコリーの総VC量は、森山等の報告<sup>4)</sup>との比較では値は特に低く、森山の報告<sup>10)</sup>との比較では値は近く、芽原等の報告<sup>12)</sup>との比較では値は低かった。ブロッコリースーパの総VC量は、森山の報告<sup>11)</sup>より低く、芽原等の報告<sup>12)</sup>より高かった。これらの結果から、スプラウト類中のVC含量は、産地や栽培法、栽培時期などで変動があることが示唆された。

## 2. 総ポリフェノール量

各種スプラウトのポリフェノール量を図1に示した。スプラウト9種のポリフェノール量はレッドキャベツ≧ブロッコリースーパ≧そば≧赤ラディッシュ>カイワレ大根>豆苗≧ブロッコリー≧アルファルファ>空心菜の順に高い値であった。

空心菜のポリフェノール含有量はアルファルファより有意に (p<0.05) 低く、アルファ

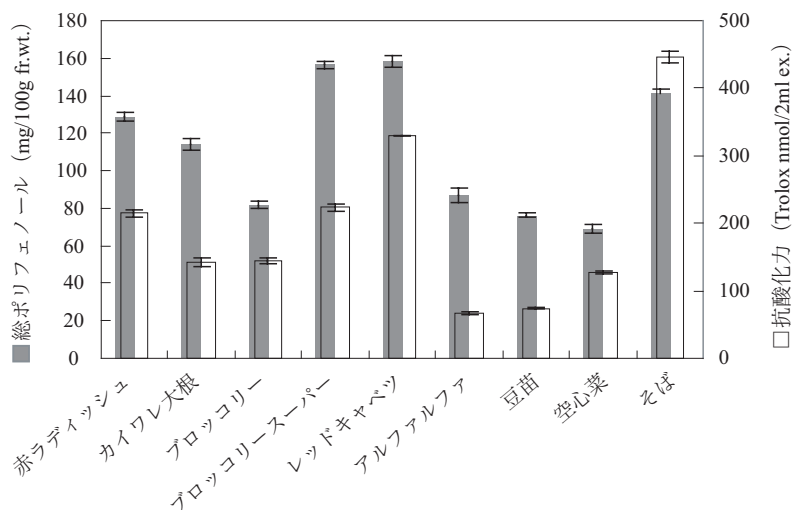


図1 各種スプラウトのポリフェノール量と抗酸化力

ルファのポリフェノール含有量も豆苗より有意に ( $p<0.05$ ) 高かった。また、カイワレ大根のポリフェノール含有量は豆苗より有意に ( $p<0.02$ ) 高く、赤ラディッシュより有意に ( $p<0.05$ ) 低かった。

### 3. 各種スプラウトの抗酸化能

#### (1) DPPH ラジカル捕捉活性

各種スプラウトの抽出液の DPPH ラジカル捕捉活性を測定し、結果を図 1 に示した。スプラウト 9 種の DPPH ラジカル捕捉活性は、そば>レッドキャベツ≧ブロッコリースーパー≧赤ラディッシュ>ブロッコリー≧カイワレ大根≧空心菜>アルファルファ≧豆苗の順に高い値であった。

ブロッコリーの DPPH ラジカル捕捉活性は、空心菜より有意 ( $p<0.05$ ) に高かった。また、ポリフェノール試薬の DPPH ラジカル捕捉活性も同様に測定した結果、カフェイン酸、クロロゲン酸及び没食子酸の 1 nmol はそれぞれ Trolox1.2,1.8,2.1nmol に相当する活性を示した。

DPPH ラジカル捕捉活性は、森山らの報告<sup>4)</sup>ではレッドキャベツ>ブロッコリー>カイワレ大根>豆苗>アルファルファの順に高い値であり、本実験の結果と類似していた。

#### (2) 抗酸化能測定キットによる抗酸化能

PAO 抗酸化能測定キットによる抗酸化力を、水分換算した抽出原液あたりの抗酸化力に換算して図 2 に示した。各種スプラウトの抗酸化力は、そば≧レッドキャベツ>カイワレ大根≧赤ラディッシュ>ブロッコリースーパー>ブロッコリー>空心菜>豆苗≧アルファルファの順に高い値であった。

空心菜の抗酸化力は豆苗より有意に ( $p<0.02$ ) 高く、ブロッコリーも空心菜より有意に ( $p<0.05$ ) 高かった。赤ラディッシュの抗酸化力はブロッコリースーパーより有意に ( $p<0.05$ ) 高く、レッドキャベツも赤ラディッシュ ( $p<0.01$ )・カイワレ大根 ( $p<0.02$ )

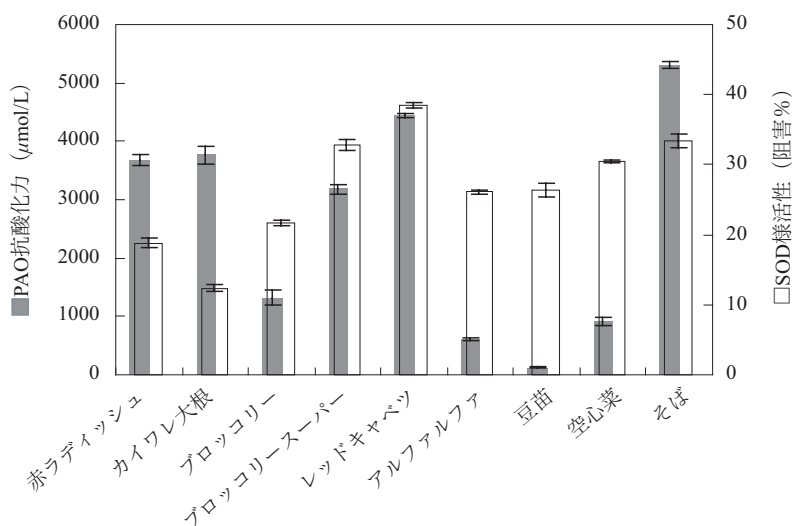


図2 各種スプラウトの抗酸化力

より有意に高かった。

### (3) SOD 様活性の測定

各種スプラウトの SOD 様活性による活性酸素消去能を阻害率で表し、図 2 に示した。

阻害率はレッドキャベツ>そば≧ブロッコリースーパー>空心菜>アルファルファ≧豆苗>ブロッコリー>赤ラディッシュ>カイワレ大根の順に高い値であった。

ブロッコリーの阻害率は赤ラディッシュより有意に ( $p<0.05$ ) 高く、空心菜の阻害率はアルファルファより有意に ( $p<0.05$ ) 高かった。ブロッコリースーパーの阻害率は空心菜より有意に ( $p<0.05$ ) 高く、レッドキャベツより有意に ( $p<0.01$ ) 低かった。

### (4) 脂質酸化防止作用

データは割愛するが、比較に用いた VC は試験した全ての添加量 (1~300 $\mu$ g/ml) で過酸化物価の上昇を抑制した。一方、精製水で 2 倍に希釈したスプラウト抽出液の過酸化物価上昇抑制効果は、ブロッコリー、レッドキャベツ、赤ラディッシュ、ブロッコリースーパー、カイワレ大根の順に高まり、中でもブロッコリースーパーは VC 300 $\mu$ g/ml 相当の、カイワレ大根はそれ以上の過酸化物価上昇を強く抑制し、誘導期間は 7 日以上であった。豆苗、アルファルファ、空心菜、そば抽出液では、過酸化物価上昇抑制は認められなかった。

これらの結果は、各スプラウト抽出液の VC 量やポリフェノール量、測定した各種抗酸化力いずれとも関連性が認められず、総合的な効果或いは他の要因によると考えられる。

## 4. 活性酸素種による蛋白質の変性に対する防御作用

体内でのグルコースの酸化代謝の過程で、副生成物としてスーパーオキシドアニオン ( $O_2^-$ ) が発生する。 $O_2^-$  は SOD により過酸化水素に変換されるが、過酸化水素は水酸化ラジカル ( $HO\cdot$ ) や次亜塩素酸ラジカル ( $ClO\cdot$ ) に変換され、脂質や蛋白質などの生

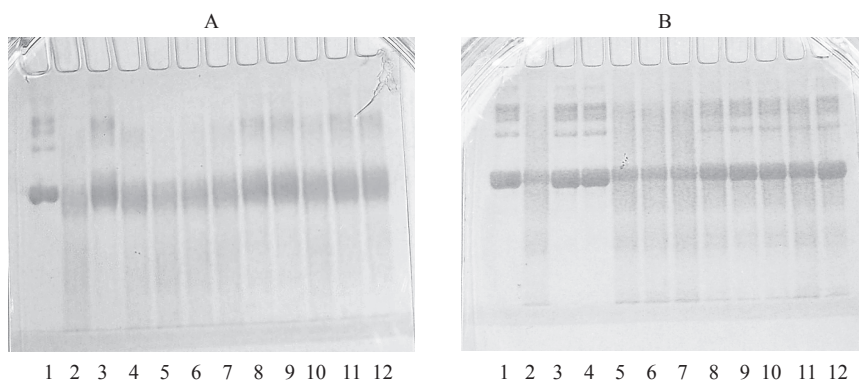


図3 次亜塩素酸ラジカル (A) と水酸化ラジカル (B) によるアルブミン分解におけるスプラウトによる阻害

A : レーン 1, 対照; レーン 2,  $ClO\cdot$  10mM; レーン 3, ケルセチン 5 mM; レーン 4, カフェイン酸 5 mM; レーン 5, カフェイン酸 50 $\mu$ M; レーン 6, VC 300 $\mu$ g/ml; レーン 7, VC 880 $\mu$ g/ml; レーン 8, そば; レーン 9, レッドキャベツ; レーン 10, カイワレ大根; レーン 11, アルファルファ; レーン 12, ブロッコリースーパー  
B : レーン 2,  $OH\cdot$  10mM; レーン 3, ケルセチン 50 $\mu$ M; その他のレーンは A に同じ。



体構成成分の変性を通じ、生体機能を損なわせる。

濃度を異にする  $\text{ClO}\cdot$ 、 $\text{HO}\cdot$  の 2 種類の活性酸素種によるアルブミンの分解状態を SDS-PAGE で試験した結果、 $\text{ClO}\cdot$  は 10mM 濃度でアルブミンをほぼ完全に分解した。

$\text{HO}\cdot$  のアルブミン分解作用は、 $\text{ClO}\cdot$  より弱かったが、アルブミンが分解されていることが視覚的に十分観察できた。この結果から活性酸素種によるアルブミン分解に対するスプラウトの防御効果試験では  $\text{ClO}\cdot$ 、 $\text{HO}\cdot$  とともに 10mM の濃度を用いた。

$\text{ClO}\cdot$  によるアルブミンの分解に対して (図3A) ケルセチン (5 mM) は強い酸化分解防御作用を示した。そば、レッドキャベツ、アルファルファ、ブロッコリースーパースプラウト抽出液は 5 mM 濃度のケルセチンより弱い防御作用であったが、VC (880 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) やカフェイン酸 (5 mM) に比べ強い防御作用を示した。

一方、 $\text{HO}\cdot$  による酸化分解に対する防御作用 (図3B) では、ケルセチン (50 $\mu\text{M}$ )、カフェイン酸 (5 mM) が強い防御作用を示した。レッドキャベツ、カイワレ、そば、アルファルファ、ブロッコリースーパースプラウトはこれより弱い防止作用であったが、カフェイン酸 (50 $\mu\text{M}$ )、VC (880 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) より強い防御作用を示した。

## 5. スプラウトの抗酸化力評価

本研究で、スプラウトは各種抗酸化成分と各種抗酸化活性を持つことが明らかとなった。

VC やポリフェノールは、ラジカル捕捉型抗酸化物質として活性酸素・フリーラジカルによる脂質や蛋白質などの標的分子への攻撃を防ぐ働きが知られている。

各種スプラウトのポリフェノール量と DPPH ラジカル捕捉活性との相関係数を求めたところ、強い相関 ( $r=0.771$ ) が認められた (図 4) が、総アスコルビン酸含量と DPPH ラジカル捕捉活性とは相関 ( $r=0.200$ ) はあまり認められなかった。これはポリフェノール類の活性が VC に勝った為と推察される。

立山らの報告<sup>13)</sup>においてもナスのクロロゲン酸含量と DPPH ラジカル消去活性には強

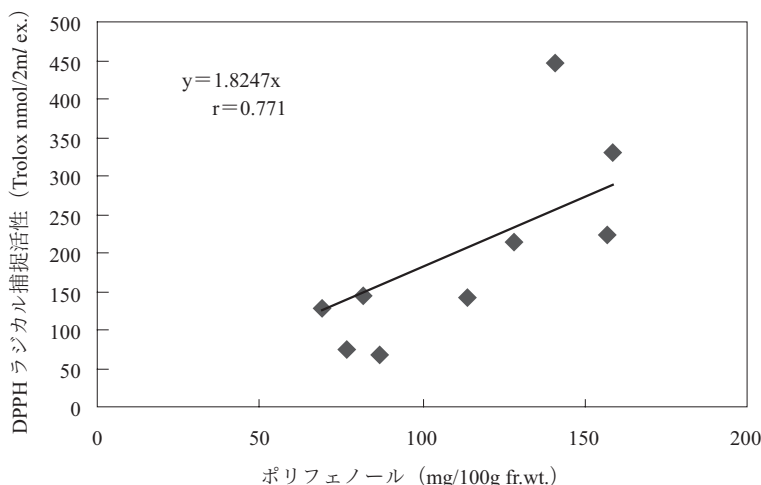


図4 ポリフェノール量と抗酸化力の相関



い相関 ( $r=0.762$ ) があることを報告している。また、菅原らの報告<sup>14)</sup>では総ポリフェノール含量が最も高い果汁はラジカル消去活性が最も強く、ポリフェノール含量の低い果汁ほど弱くなる傾向を報告している。このように植物種に因らず DPPH ラジカル捕捉活性の強さはポリフェノール量の影響が強く、各種スプラウトにおいても同様の傾向が得られた。

スプラウトのポリフェノール量と PAO 抗酸化能測定キットによる抗酸化力との間にも強い相関 ( $r=0.870$ ) が認められたことから、ポリフェノールは  $\text{Cu}^{++}$  から  $\text{Cu}^+$  への還元力も強いことが示唆された。一方、SOD 様活性との相関 ( $r=0.378$ ) はあまり認められなかった。

各種スプラウトの抗酸化力を科・属名で比較すると、アブラナ科は VC 量、ポリフェノール量共に含有量が高く、SOD 様活性による活性酸素消去能においても最も高い値を示した。タデ科は DPPH ラジカル捕捉活性、PAO 抗酸化能測定キットによる抗酸化力の測定において高い値を示した。マメ科やヒルガオ科は、どの測定においてもアブラナ科やタデ科と比較して低い値を示した。

総合的に見て、アブラナ科の赤ラディッシュ、カイワレ大根、ブロッコリー、ブロッコリースーパー、レッドキャベツ、タデ科のそばは、マメ科の豆苗、アルファルファやヒルガオ科の空心菜と比較すると高い抗酸化力を示した。

以上の結果から、各種スプラウトにはラジカル捕捉作用、一重項酸素のエネルギー消去作用、還元作用による抗酸化力など広い抗酸化機構に対応する成分が含まれ、その主体はポリフェノール類であることが示唆され、中でもアブラナ科に属するスプラウト類が優れていることが推定された。手軽に食することが出来るスプラウト類は抗酸化性の面からも優れた食材であると言える。

現在、ポリフェノール分子種と抗酸化能につき継続して検討を加えている。

## 要 約

市販の各種スプラウトについて抗酸化力を中心として評価した。その結果、各種スプラウトの抗酸化力を科・属名で比較すると、赤ラディッシュ、カイワレ大根、ブロッコリー、ブロッコリースーパー、レッドキャベツ等のアブラナ科では VC 量、ポリフェノール量共に含有量が高く、SOD 様活性による活性酸素消去能においても高い値を示した。タデ科のそばは DPPH ラジカル捕捉活性、PAO 抗酸化能測定キットによる抗酸化力の測定において高い値を示した。

スプラウト類のポリフェノール量と DPPH ラジカル捕捉活性との相関係数を求めたところ、強い相関 ( $r=0.771$ ) が認められ、スプラウトの種類に関係なくポリフェノール量に比例して高い DPPH ラジカル捕捉活性を示した。また、ポリフェノール量と PAO 抗酸化能測定キットによる抗酸化力との間でも強い相関 ( $r=0.870$ ) が認められ、 $\text{Cu}^{++}$  を  $\text{Cu}^+$  に還元したスプラウト抽出液中の主な抗酸化物質は、ポリフェノールであることが強く示唆された。

本研究の結果、各種スプラウトの抗酸化作用は VC やポリフェノールによることが推察され、現在ポリフェノール分子種の探索を継続しているが、成分の一つにクロロゲン酸に

相当する成分が認められている。スプラウト類は VC やポリフェノール類を多く含み、活性酸素・フリーラジカル消去能に優れ、生活習慣病に繋がる要因を改善する抗酸化能を示す食材として優れている。

## 文 献

- 1) 水上茂樹, 五十嵐脩:「活性酸素と栄養」初版第1刷(光生館, 東京), pp. 1-11 (1995).
- 2) 木村俊之, 山岸賢治, 鈴木雅博, 新本洋士:農産物のラジカル消去能の検索, 食科工, 49, pp. 257-266 (2002).
- 3) 真部真里子, 中村薫:生育光条件の異なるブロッコリースプラウトが腸管上皮細胞からの IL-7・TGF- $\beta$  分泌に及ぼす影響, 食科工, 53, pp. 437-442 (2006).
- 4) 森山三千江, 大羽和子:スプラウト類のビタミン C 量, ラジカル捕捉活性および豆苗葉部の調理性, 家政誌, 55, pp. 153-158 (2004).
- 5) 篠原和毅, 鈴木建夫, 上野川修一:抗酸化機能,「食品機能研究法」第1版(光琳, 東京), pp. 218-223 (2000).
- 6) 田村太郎, 鈴木繁男:2,4-Dinitrophenyl-hydrazine による植物組織及び加工食品中の L-Ascorbic Acid, Dehydro-L-ascorbic Acid, 2,3-Diketo-Lgulonic Acid の分別定量法, 農化, 29, pp. 492-497 (1995).
- 7) 藤山修二, 山田和彦:五訂日本食品標準成分表に基づく定量実験,「食品学実験書」第2版(医歯薬出版, 東京), pp. 115-116 (2002).
- 8) 柳内延也, 塩谷茂信, 水野雅之, 鍋谷浩志, 中嶋光敏:チキンエキス由来アンセリン-カルノシン混合体の抗酸化活性:植物由来抗酸化物質との比較, 食科工, 51, pp. 238-246 (2004).
- 9) 満田久輝, 安本教傳, 岩見公和:リノール酸の自動酸化に対するインドール化合物の抗酸化作用, 栄養と食糧, 19, pp. 60-64 (1966).
- 10) 柘植信昭, 永川由美, 野村幸弘, 山本正典, 杉澤公:卵アルブミンの酵素分解によって得られるペプチドの抗酸化性について, 農化, 65, pp. 1635-1641 (1991).
- 11) 森山三千江:スーパーブロッコリースプラウトの粉末および新鮮野菜の機能性成分およびリスクファクターの相違, 愛知学泉大学・短期大学紀要, 40, pp. 7-10 (2005).
- 12) 芽原紘, 中村浩蔵:発芽(スプラウト)食品の有効利用, 食品加工技術, 24, pp. 25-33 (2004).
- 13) 立山千草, 五十嵐喜治:ナス野菜の栽培品種・部位別のアントシアニン量, クロロゲン酸量およびラジカル消去活性, 日食工誌, 53, pp. 218-224 (2006).
- 14) 菅原哲也, 野内義之, 五十嵐喜治:ジェネバ(クラブアップル)果汁のポリフェノール成分とラジカル消去活性, 日食工誌, 53, pp. 232-235 (2006).